

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

- (11) Publication number: 6-331891
 (43) Date of publication of application: December 2, 1994
 (51) Int.Cl.⁵ G02B 15/16
 G02B 13/18
 H04N 5/225
 (21) Application number: 5-141336
 (22) Date of filing: May 20, 1993
 (71) Applicant: CANON INC
 (72) Inventor: HAMANO Hiroyuki

(54) IMAGE PICKUP DEVICE USING SOLID-STATE IMAGE PICKUP ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE:

To easily obtain the picture which has a uniform and high optical performance throughout a screen by providing a main optical system, where a photographing system has the exit pupil positioned on the object side more than the image surface, and a field lens, which is arranged between the main optical system and a solid-state image pickup element and has a positive retracting power to effectively reduce the occurrence of luminance shading and color shading.

CONSTITUTION:

A lens system consists of a first group L1 having a positive refracting power, a second group L2 having a negative refracting power, a third group L3 having a positive refracting power, a fourth group L4 having a positive refracting power, and a fifth group L5 having a negative refracting power. The power of the fifth group L5 is increased to a certain extent to shorten the overall length of the lens system, and at this time, a field lens F is arranged between a low pass filter LP and the solid-state image pickup element specially in the vicinity of the solid-state image pickup element to make the distance between the exit pupil and the image surface longer than a certain value. Thus, the angle of incidence to the solid-state image pickup element of a luminous flux on the outside of the axis is made smaller to effectively reduce the occurrence of luminance shading and color shading.

- (19)日本国特許庁(JP) (12)公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号
 特開平 6 - 3 3 1 8 9 1
 (43)公開日 平成6年(1994)12月2日

(51)Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 15/16		9120-2 K		
13/18		9120-2 K		
H 0 4 N 5/225	D			

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全10頁)

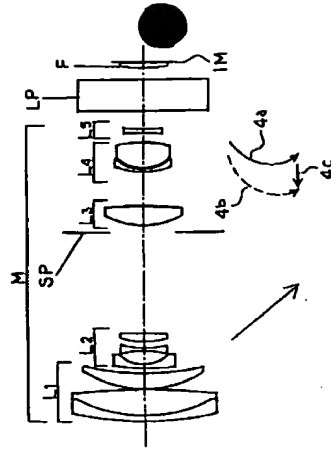
(21)出願番号	特願平 5 - 1 4 1 3 3 6	(71)出願人	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成5年(1993)5月20日	(72)発明者	浜野 博之 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
		(74)代理人	高梨 幸雄 弁理士

(54)【発明の名称】 固体撮像素子を用いた撮像装置

(57)【要約】

【目的】 フィールドレンズを用いることにより撮影系の射出瞳位置を適切に設定し、シェーディングの少ない高い光学性能を有した固体撮像素子を用いた撮像装置を得ること。

【構成】 撮影系により物体像を像面近傍に設けた固体撮像素子面上に形成する際、該撮影系は射出瞳が像面よりも物体側に位置する主光学系と副主光学系と該固体撮像素子との間に配置した正の屈折力のフィールドレンズとを有していること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮影系により物体像を像面近傍に設けた固体撮像素子面上に形成する際、該撮影系は射出瞳が該像面よりも物体側に位置する主光学系と該主光学系と該固体撮像素子との間に配置した正の屈折力のフィードバックレンズとを有していることを特徴とする固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項2】 前記フィードバックレンズの近傍にはローパスフィルターが設けられていることを特徴とする請求項1の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項3】 前記撮影系は主光学系は変倍光学系より成り、該撮影系の射出瞳位置が前記像面に最も近い状態のときの、該像面から射出瞳までの距離を t 、該主光学系の射出瞳位置が該像面に最も近い状態のときの該像面から射出瞳までの距離を t_k 、前記固体撮像素子の有効対角線長を L とすると、 $t_k/L < 3$ 、 $4 < t/L < 1$ なる条件を満足することを特徴とする請求項2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項4】 前記主光学系は変倍光学系より成り、該主光学系の広角端の焦点距離を f_w 、前記フィードバックレンズの焦点距離を f_b とすると、 $6 < f_b/f_w < 11$ なる条件を満足することを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項5】 前記フィードバックレンズとローパスフィルターとは一体化して構成されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項6】 前記フィードバックレンズは前記固体撮像素子に固着又は該固体撮像素子の保護ガラスを兼ねていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項7】 前記主光学系は変倍光学系より成り、かつ最も像面側には負の屈折力のレンズ群が配置されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項8】 前記主光学系は変倍光学系より成り、かつ最も像面側には負の屈折力のレンズ群が配置されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項9】 前記主光学系は変倍光学系より成り、かつ最も像面側には負の屈折力のレンズ群が配置されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項10】 前記主光学系は変倍光学系より成り、かつ最も像面側には負の屈折力のレンズ群が配置されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項11】 前記主光学系は変倍光学系より成り、かつ最も像面側には負の屈折力のレンズ群が配置されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項12】 前記主光学系は変倍光学系より成り、かつ最も像面側には負の屈折力のレンズ群が配置されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項13】 前記主光学系は変倍光学系より成り、かつ最も像面側には負の屈折力のレンズ群が配置されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項14】 前記主光学系は変倍光学系より成り、かつ最も像面側には負の屈折力のレンズ群が配置されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項15】 前記主光学系は変倍光学系より成り、かつ最も像面側には負の屈折力のレンズ群が配置されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

の射出瞳位置が無限度位置にある、所謂テレセントリック系であることが前提となっている。

【0013】 テレセントリック系では軸上及び軸外主光線が像面の中心部及び周辺部におけるマイクローレンズに対して略垂直に入射する。この為画面上にわたる均一の光学的作用を受け、画面上にわたる均一な画像が得られる。

【0014】 しかしながら近年、固体撮像素子のチップサイズの小型化に伴って、撮像素子の小型化が要求されている。

【0015】 一般に撮像素子の小型化を図ると、その射出瞳が遠方より近方に変化してくる。この結果、図1に示すように軸外主光線RAは像面の周辺には光軸に対して斜めに入射する。

【0016】 そうすると周期的に配列した受光素子(2a, 2b, 2c...) に対して設けたマイクローレンズ(25a, 25b...) に対して、撮像素子31から周回光線RLが各々異なる状態に入射する。即ち各マイクローレンズ毎に集光状態が異なってくる。例えば周辺部では光線の全てが受光素子に入射しなくなってくる場合がある。

【0017】 この結果、画面の中心部の受光素子に対して周辺部の受光素子での受光量が減少し、所謂輝度シェーディングが発生するという問題が生じてくる。

【0018】 又軸外主光線の受光素子への入射角が大きくなるとカラーフィルターを通過した光線の一部が、隣のカラースペースに相当する受光素子のみでなく、隣接する受光素子にも入射するようになり、色のにじみが発生する。所謂カラーシェーディングが発生するという問題が生じてくる。

【0019】 本発明は、撮像素子のレンズ全長の短縮化と共に該撮像素子の射出瞳から像面までの距離が一定以上の値となるようにして、撮像素子として固体撮像素子を用いたときの輝度シェーディングやカラーシェーディングの発生を効果的に低減し、画面上にわたる均一な高い光学性能の画像が容易に得られる固体撮像素子を用いた撮像素子の提供を目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】 本発明の固体撮像素子を用いた撮像素子は、撮像素子により物体像を像面近傍に設けた固体撮像素子面上に形成する際、該撮像素子は射出瞳が該像面よりも物体側に位置する主光学系と該主光学系と該固体撮像素子との間に配置した正の屈折力のフィードバックレンズとを有していることを特徴としている。

【0021】

【実施例】 図1、図2は各々、本発明に係る撮像素子の後述する数値実施例1、2の要部断面図である。図3～図5は本発明の後述する数値実施例1の広角端、中間、望遠端の構成図である。図6～図8は本発明の後述する数値実施例2の広角端、中間、望遠端の構成図である。

る。図9～図11は本発明の後述する数値実施例3の広角端、中間、望遠端の構成図である。

【0022】 図中、Mは主光学系で変倍光学系より成っている。LPはローパスフィルター、Fはフィードバックレンズ、IMは像面である。像面IM近傍には、例えば図12に示すような固体撮像素子(不図示)を配置している。主光学系MとフィードバックレンズFは撮像素子の一部を構成している。

【0023】 L1は正の屈折力の第1群、L2は負の屈折力の第2群、L3は正の屈折力の第3群、L4は正の屈折力の第4群、L5は負の屈折力の第5群である。Sは開口絞りであり、第3群3の前方に配置している。

【0024】 広角端から望遠端への変倍に伴って矢印のように第2群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴って像面側を第4群を移動させて補正している。又第4群を光軸上移動させてフォーカスを行うリヤフォーカスを採用している。

【0025】 図中に示す第4群の黄線の曲線4aと点線の曲線4bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う像面側を補正するための移動軌跡を示している。尚、第1群、第3群、第5群は変倍及びフォーカスの隔固定である。

【0026】 本実施例においては第4群を移動させて変倍に伴う像面側を補正を行うと共に第4群を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に同図の曲線4a、4bに示すように広角端から望遠端への変倍に伴って物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第3群と第4群との空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0027】 本実施例においては、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体にフォーカスを行う場合は同図の直線4cに示すように第4群を前方へ繰り出すことにより行っている。

【0028】 本実施例では従来の4群ズームレンズにおいて第1群を繰り出してフォーカスを行う場合に比べて前述のようなリヤフォーカス方式を採用することにより第1群のレンズの有効径の増大化を効果的に防止している。

【0029】 そして開口絞りを第3群の直前に配置することにより可動レンズ群による収差変動を少なくし、開口絞りより前方のレンズ群の間隔を短くすることにより前玉レンズ径の微小化を容易に達成している。

【0030】 本実施例では第5群に負の屈折力を持たせた第3群以降の各レンズ群を望遠型に近づけることで全長短縮化を図っている。

【0031】 本発明に係るタイプの変倍光学系では第5群の倍率を大きくすればすばほど、レンズ全長は短くなるが、それに伴い射出瞳と像面との距離が短くなり、前述した輝度シェーディングやカラーシェーディングが発生しやすくなる。

(4) 特開平6-331891

6

【0032】そこで本発明では第5群の倍率をある程度

大きくし、レンズ全長を短くし、このときローパスフィルタ-LPと固体撮像素子の間に、特に固体撮像素子近傍にフィールドドレンズFを配置することにより射出瞳と像面との距離が一定に長くなるようにしている。

【0033】これにより偏光光線の固体撮像素子への入射角を小さくして輝度シェーディングや色シェーディングの発生を効果的に防止している。

【0034】フィールドドレンズFは固体撮像素子の入射面に密着して構成する方法やフィールドドレンズの固体撮像素子側の面を平面として固体撮像素子に固着する方法や固体撮像素子の保護ガラスの物体側の面に曲率を付与してフィールドドレンズとしての光学的作用を持たせても良い。フィールドドレンズFをローパスフィルタ-LPの像面側に固着して一体構成にしても良い。

【0035】本実施例ではローパスフィルタ-LPとしては水晶を用いたものや回折格子を利用したもの等が適用可能である。又ローパスフィルタを分割してその中にフィールドドレンズを配置するようにしても良い。

【0036】尚本発明においてレンズ全長の短縮化を図りつつ、射出瞳から像面までの距離を一定に維持しつつ、全像範囲にわたり高い光学性能を得るには次の条件を満足させるのが良い。

【0037】(1-1) 前記撮影系の射出瞳位置が前記像面に最も近い状態のときの、該像面から射出瞳までの距離を t 、該主光学系の射出瞳位置が該像面に最も近い状態のときの該像面から射出瞳までの距離を tka 、前記固体撮像素子の有効対角線長を L とすると

$$tka/L < 3.3 \quad \dots\dots (1)$$

$$4 < t/L \quad \dots\dots (2)$$

なる条件を満足することである。

【0038】条件式(1)は主光学系である変倍光学系Mの変倍に伴い変化する射出瞳と像面との距離 tka に關するものである。

【0039】上限値を越えて距離 tka が長くなると変倍光学系としてのレンズ全長が増大してくるので、該距離 tka を条件式(1)を満足するように短くして、まずレンズ全長の短縮化を図っている。そしてこのとき短くなった距離 tka をフィールドドレンズを付加して長くしている。

*40

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + D/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

なる式で表している。又、「D-0X」は「10^{-x}」を意味している。

(数値実施例1)

$$\begin{aligned} f &= 1 \sim 9.87 & fno &= 1:1.85 \sim 2.89 & 2\omega &= 59.1^\circ \sim 6.6^\circ \\ R &= 9.076 & D &= 0.185 & N &= 1:1.84666 & \nu &= 23.8 \\ R &= 2 &= 3.927 & D &= 0.769 & N &= 2:1.60311 & \nu &= 60.7 \\ R &= 3 &= 19.725 & D &= 0.035 \end{aligned}$$

(4) 特開平6-331891

6

【0040】条件式(2)はこのときの主光学系である変倍光学系にフィールドドレンズを付加した撮影系としての射出瞳と像面との距離 t を適切に設定したものである。条件式(2)の下限値を越えて距離 t が短くなるとフィールドドレンズとしての作用が不十分となることであり、フィールドドレンズを用いる効果が少なくなるので良くない。

【0041】(1-2) 前記主光学系は変倍光学系より成り、該主光学系の広角端の焦点距離を f_v 、前記フィールドドレンズの焦点距離を f 、とするとき

$$6 < f_v/f < 11 \quad \dots\dots (3)$$

なる条件を満足することである。

【0042】条件式(3)の下限値を越えてフィールドドレンズの焦点距離 f が短くなりすぎると、フィールドレンズから発生する収差、特に負の垂曲収差の補正が難しくなってくる。

【0043】又条件式(3)の上限値を越えてフィールドドレンズの焦点距離 f が長くなりすぎると、フィールドドレンズを付加したことによる射出瞳と像面との距離 t を長くする効果が不十分になってくる。

【0044】一般にレンズ全長を短縮しようとするとき、ベッツパール和が負の方向に増大し、像面彎曲の補正が難しくなってくる。

【0045】本発明では条件式(3)を満足するフィールドドレンズにより、通常状態に比べて負のベッツパール和を小さくして像面彎曲を小さくして高い光学性能を得ている。

【0046】次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において R は物体側より第 i 番目のレンズ面の曲率半径、 D は物体側より第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔、 N と ν は各物体側より順に第 i 番目のレンズのガラスの屈折率とアッベ数である。又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を《表1》に示す。

【0047】非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、 R を近軸曲率半径、 A 、 B 、 C 、 D 、 E を各非球面係数としたとき

$$[0048] \quad [数1]$$

【表1】

*40

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + D/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

なる式で表している。又、「D-0X」は「10^{-x}」を意味している。

(数値実施例1)

$$\begin{aligned} f &= 1 \sim 9.87 & fno &= 1:1.85 \sim 2.89 & 2\omega &= 59.1^\circ \sim 6.6^\circ \\ R &= 9.076 & D &= 0.185 & N &= 1:1.84666 & \nu &= 23.8 \\ R &= 2 &= 3.927 & D &= 0.769 & N &= 2:1.60311 & \nu &= 60.7 \\ R &= 3 &= 19.725 & D &= 0.035 \end{aligned}$$

(5) 特開平6-331891

8

R 4= 3.022	D 4= 0.460	N 3=1.77250	ν 3= 49.6
R 5= 6.449	D 5= 可変		
R 6= 5.545	D 6= 0.106	N 4=1.77250	ν 4= 49.6
R 7= 0.858	D 7= 0.415		
R 8= -2.356	D 8= 0.088	N 5=1.69680	ν 5= 55.5
R 9= 2.356	D 9= 0.194		
R 10= 2.214	D 10= 0.247	N 6=1.84666	ν 6= 23.8
R 11= 17.598	D 11= 可変		
R 12= (絞り)	D 12= 0.190		
R 13= 非球面	D 13= 0.601	N 7=1.58313	ν 7= 59.4
R 14= -12.538	D 14= 可変		
R 15= 2.216	D 15= 0.106	N 8=1.84666	ν 8= 23.8
R 16= 1.103	D 16= 0.018		
R 17= 非球面	D 17= 0.761	N 9=1.58313	ν 9= 59.4
R 18= 非球面	D 18= 可変		
R 19= -4.834	D 19= 0.115	N 10=1.83400	ν 10= 37.2
R 20= 5.401	D 20= 0.531		
R 21= ∞	D 21= 0.938	N 11=1.51633	ν 11= 64.2
R 22= ∞	D 22= 0.334		
R 23= 4.823	D 23= 0.159	N 12=1.51680	ν 12= 64.2
R 24= ∞			

* * 【表1】

【0050】

焦点距離 可変範囲	1.00	3.13	9.87
D 5	0.15	1.93	2.97
D 11	3.07	1.29	0.25
D 14	1.03	0.68	1.05
D 18	0.28	0.63	0.25

非球面	R_0	X	B	C	D	E
13面	1.835 D-01	-2.822 D-01	-1.151 D-02	-4.677 D-03	-1.001 D-03	1.088 D-03
17面	1.047 D-00	-2.663 D-01	-8.307 D-03	-5.470 D-02	1.267 D-01	-1.590 D-02
18面	-2.585 D-00	-6.447 D-00	-1.588 D-02	-3.615 D-03	8.547 D-03	1.462 D-01

(数値実施例2)

$$\begin{aligned} f &= 1 \sim 7.76 & fno &= 1:1.85 \sim 2.89 & 2\omega &= 50.4^\circ \sim 8.6^\circ \\ R &= 1 &= 7.198 & D &= 0.163 & N &= 1:1.84666 & \nu &= 23.8 \\ R &= 2 &= 2.926 & D &= 0.790 & N &= 2:1.51633 & \nu &= 64.2 \\ R &= 3 &= -11.192 & D &= 0.036 & & & & \\ R &= 4 &= 2.544 & D &= 0.454 & N &= 3:1.80400 & \nu &= 46.6 \\ R &= 5 &= 9.610 & D &= 可変 & & & & \\ R &= 6 &= -425.562 & D &= 0.090 & N &= 4:1.88300 & \nu &= 40.8 \\ R &= 7 &= 0.826 & D &= 0.360 & & & & \\ R &= 8 &= -1.363 & D &= 0.090 & N &= 5:1.51823 & \nu &= 59.0 \\ R &= 9 &= 1.158 & D &= 0.300 & N &= 6:1.84666 & \nu &= 23.8 \\ R &= 10 &= 10.668 & D &= 可変 & & & & \\ R &= 11 &= (絞り) & D &= 0.180 & & & & \\ R &= 12 &= 非球面 & D &= 0.590 & N &= 7:1.69350 & \nu &= 53.2 \\ R &= 13 &= -4.233 & D &= 0.027 & & & & \end{aligned}$$

10

11

12

【0052】

【表3】

焦点距離 可変間隔	1.00	3.38	11.95
D 5	0.16	2.31	3.57
D10	3.65	1.50	0.24
D16	1.20	0.67	1.30
D18	0.29	0.82	0.19

非球面	R ₀	I	B	C	D	E
12面	2.172 D-00-7.084 D-01-2.733 D-03-2.729 D-03	1.438 D-03-2.177 D-04				
17面	1.925 D-00-3.190 D-01-4.438 D-02-2.897 D-02	8.776 D-02-1.149 D-01				

【表-1】

条 件 式	数 値 実 施 例		
	1	2	3
tk _a /L	3.268	2.838	3.099
tk _b /L	5.046	5.041	5.110
f _p /f _y	9.333	7.043	7.995

尚、射出瞳の最も短い状態を算出した物体距離は数値実
施例では177f_y、数値実施例2、3では182f_yであ
る。

【0053】

【図7】

の収差図

【図8】

の収差図

【図9】

の収差図

【図10】

の収差図

【図11】

の収差図

【図12】

の収差図

【図13】

の収差図

【図14】

の収差図

【図15】

の収差図

【図16】

の収差図

【図17】

の収差図

【図18】

の収差図

【図19】

の収差図

【図20】

の収差図

【図21】

の収差図

【図22】

の収差図

【図23】

の収差図

【図24】

の収差図

【図25】

の収差図

【図26】

の収差図

【図27】

の収差図

【図28】

の収差図

【図29】

の収差図

【図30】

の収差図

【図31】

の収差図

【図32】

の収差図

【図33】

の収差図

【図34】

の収差図

【図35】

の収差図

【図36】

の収差図

【図37】

の収差図

【図38】

の収差図

【図39】

の収差図

【図40】

の収差図

【図41】

の収差図

【図42】

の収差図

【図43】

の収差図

【図44】

の収差図

【図45】

の収差図

【図46】

の収差図

【図47】

の収差図

【図48】

の収差図

【図49】

の収差図

【図50】

の収差図

【図51】

の収差図

【図52】

の収差図

【図53】

の収差図

【図54】

の収差図

【図55】

の収差図

【図56】

の収差図

【図57】

の収差図

【図58】

の収差図

【図59】

の収差図

【図60】

の収差図

【図61】

の収差図

【図62】

の収差図

【図63】

の収差図

【図64】

の収差図

【図65】

の収差図

【図66】

の収差図

【図67】

の収差図

【図68】

の収差図

【図69】

の収差図

【図70】

の収差図

【図71】

の収差図

【図72】

の収差図

【図73】

の収差図

【図74】

の収差図

【図75】

の収差図

【図76】

の収差図

【図77】

の収差図

【図78】

の収差図

【図79】

の収差図

【図80】

の収差図

【図81】

の収差図

【図82】

の収差図

【図83】

の収差図

【図84】

の収差図

【図85】

の収差図

【図86】

の収差図

【図87】

の収差図

【図88】

の収差図

【図89】

の収差図

【図90】

の収差図

【図91】

の収差図

【図92】

の収差図

【図93】

の収差図

【図94】

の収差図

【図95】

の収差図

【図96】

の収差図

【図97】

の収差図

【図98】

の収差図

【図99】

の収差図

【図100】

の収差図

【図101】

の収差図

【図102】

の収差図

【図103】

の収差図

【図104】

の収差図

【図105】

の収差図

【図106】

の収差図

【図107】

の収差図

【図108】

の収差図

【図109】

の収差図

【図110】

の収差図

【図111】

の収差図

【図112】

の収差図

【図113】

の収差図

【図114】

の収差図

【図115】

の収差図

【図116】

の収差図

【図117】

の収差図

【図118】

の収差図

【図119】

の収差図

【図120】

の収差図

【図121】

の収差図

【図122】

の収差図

【図123】

の収差図

【図124】

の収差図

【図125】

の収差図

【図126】

の収差図

【図127】

の収差図

【図128】

の収差図

【図129】

の収差図

【図130】

の収差図

【図131】

の収差図

【図132】

の収差図

【図133】

の収差図

【図134】

の収差図

【図135】

の収差図

【図136】

の収差図

【図137】

の収差図

【図138】

の収差図

【図139】

の収差図

【図140】

の収差図

【図141】

の収差図

【図142】

の収差図

【図143】

の収差図

【図144】

の収差図

【図145】

の収差図

【図146】

の収差図

【図147】

の収差図

【図148】

の収差図

【図149】

の収差図

【図150】

の収差図

【図151】

の収差図

【図152】

の収差図

【図153】

の収差図

【図154】

の収差図

【図155】

の収差図

【図156】

の収差図

【図157】

の収差図

【図158】

の収差図

【図159】

の収差図

【図160】

の収差図

【図161】

の収差図

【図162】

の収差図

【図163】

の収差図

【図164】

の収差図

【図165】

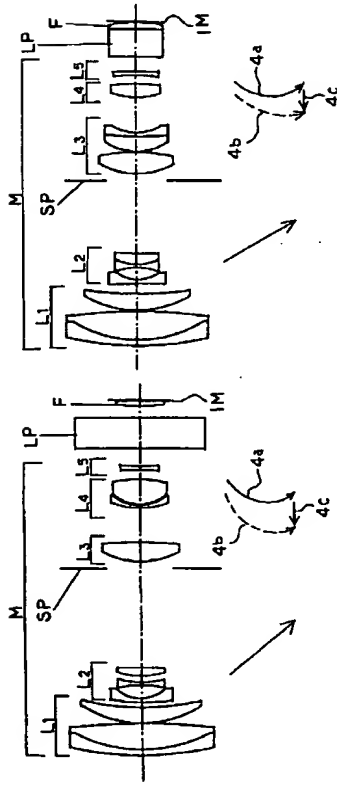
の収差図

【図166】

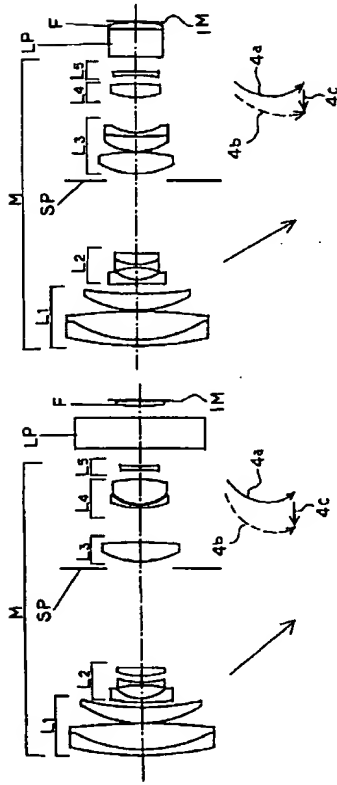
の収差図

【図1

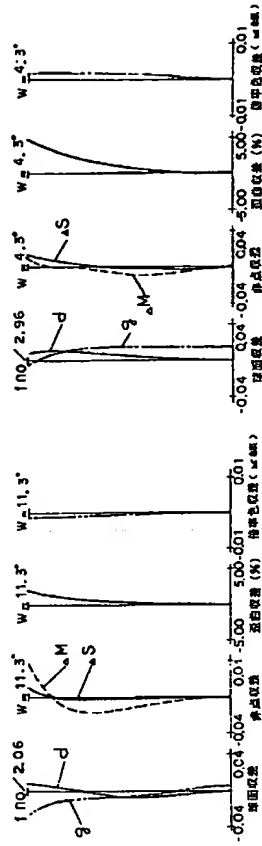
【図1】



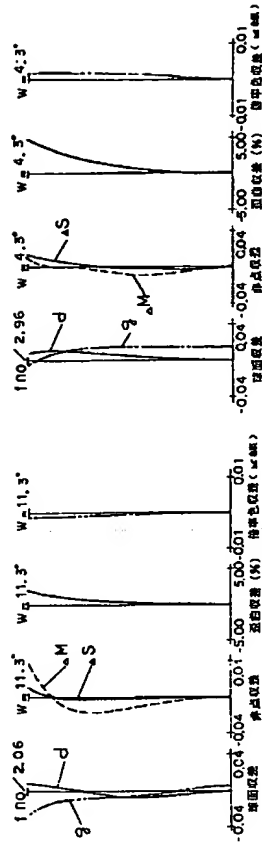
【図2】



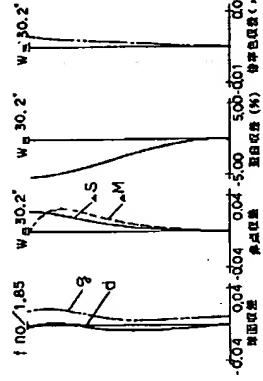
【図7】



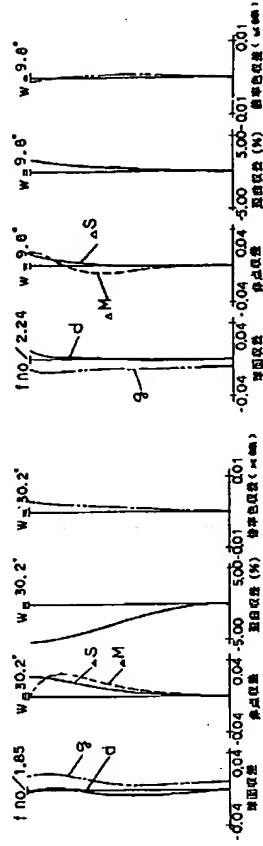
【図8】



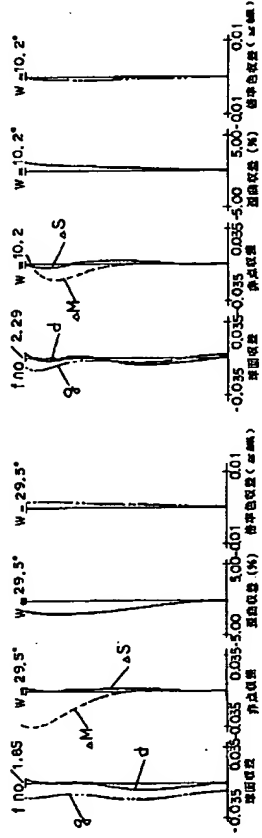
【図9】



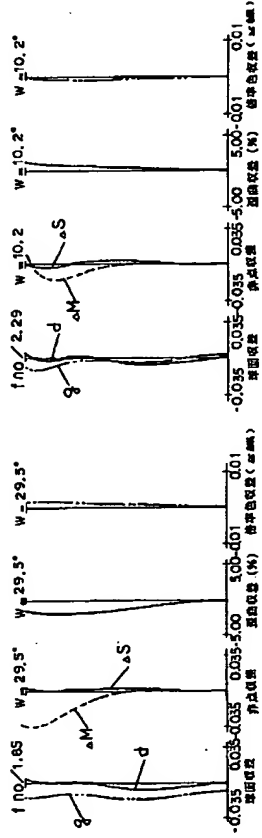
【図10】



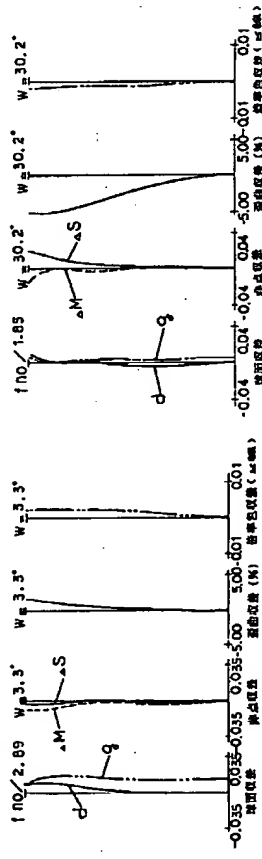
【図3】



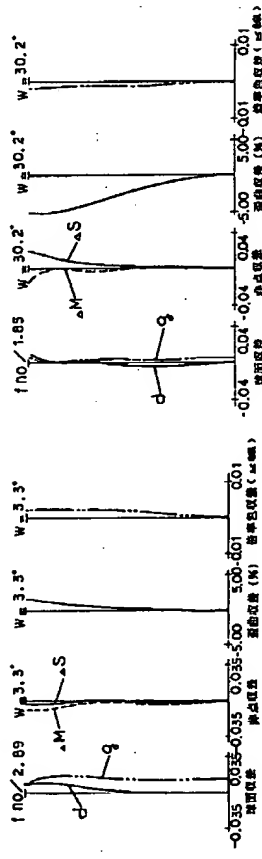
【図4】



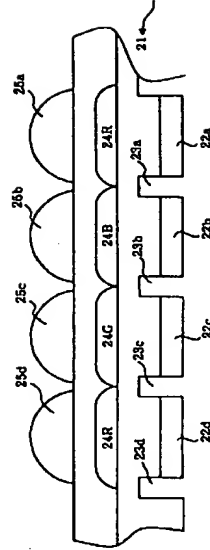
【図5】



【図6】



【図12】



【図13】

